Journal of Horticultural Science
Vol. 35, No.1, Spring 2021, P. 103-116
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰، ص. ۱۱۶-۱۰۳
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

مقاله پژوهشی

تأثیر کاربرد قبل از برداشت پوترسین و پس از برداشت ژل آلوئه‌ورا بر کیفیت و عمر انبارمانی میوه انگور رقم 'یاقوتی'

عبداله احتشام نیا[1]*- شیرین تقی پور[2]- سارا سیاه منصور[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۶/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۰۳

چکیده

پوترسین ماده‌ای غیر سمی و زیست سازگار است که می‌توان از آن در حفظ کیفیت و افزایش پس از برداشت میوه‌ها استفاده نمود. میوه انگور به دلیل پریکارپ نازک و بافت گوشتی میوه، عمر پس از برداشت کوتاهی دارد. در این پژوهش اثر محلول‌پاشی قبل از برداشت پوترسین در سه غلظت مختلف (صفر، ۲ و ۳ میلی‌مولار) و غوطه‌وری پس از برداشت میوه در ژل آلوئه‌ورا (۲۵ و ۳۳ درصد) بر صفات کیفی و ماندگاری میوه انگور رقم 'یاقوتی' طی پنج زمان (صفر، ۹، ۱۸، ۲۷ و ۳۶ روز) پس از انبارداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد بررسی گردید. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تاثیر نوع تیمار و مدت زمان انبارمانی بر تمام صفات مورد بررسی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بوده است. میوه‌های تیمار شده، در هر دو غلظت پوترسین از سفتی بافت، ویتامین ث، آنتوسیانین، مواد فنولی و مقدار مواد جامد محلول بیشتر و ماندگاری بهتری نسبت به شاهد برخوردار بودند. در هر پنج زمان اندازه‌گیری، بالاترین میزان محتوای فنل، آنتوسیانین کل و سفتی بافت مربوط به تیمار پوترسین ۲ میلی‌مولار با پوشش ژل آلوئه‌ورا ۲۵ و ۳۳ درصد و کمترین میزان مربوط به شاهد بود. سفتی بافت میوه طی انبارمانی به تدریج کاهش یافت اما این روند در میوه‌های تیمار شده به‌طور قابل توجهی با سرعت کمتری مشاهده شد. بیشترین میزان سفتی بافت (۰/۶۳۱۱ کیلوگرم نیرو) در تیمار ترکیبی پوترسین ۲ میلی‌مولار و ژل آلوئه‌ورا ۲۵ درصد مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان داد. به‌طور کلی نتایج نشان داد کاربرد قبل از برداشت پوترسین ۲ میلی‌مولار و غوطه وری پس از برداشت در ژل آلوئه‌ورا ۲۵ و ۳۳ درصد، توانست عمر پس از برداشت این رقم را در مقایسه با شاهد ۱۶ روز بهبود بخشد.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین کل، پوشش طبیعی، غوطه‌وری، کیفیت پس از برداشت

مقدمه

میوه انگور خوراکی (*Vitis vinifera* L.) یکی از مهم‌ترین میوه هاست که به‌طور گسترده در جهان پرورش یافته و میوه صادراتی بسیاری از کشورها محسوب می‌شود. اگرچه انگورهای خوراکی به عنوان میوه نافرازگرا طبقه‌بندی شده‌اند، اما به دلیل نرم شدن زیاد، کاهش وزن و پوسیدگی ناشی از قارچ‌ها، بسیار مستعد فاسد شدن هستند؛ که در نتیجه منجر به عمر کم پس از برداشت این میوه می شود. روش‌های مختلفی برای حفظ استحکام و کنترل پوسیدگی انگورهای خوراکی در حین ذخیره‌سازی و بهبود خصوصیات میوه، مانند پوشش کیتوسان قبل و بعد از برداشت (۲۲) و کاربرد آبسیزیک اسید خارجی ارائه شده است (۲۸). تیمار پس از برداشت، لزوماً بهترین راه برای حفظ کیفیت میوه در دوره پس از برداشت نیست (۲۳). معمولاً این تیمارها بسیار گران هستند و خطر آسیب رساندن به میوه را با استفاده از مواد اضافی افزایش می‌دهد و همچنین موجب می‌شود تولید کننده، به کیفیت درخت توجه کمتری داشته باشد (۲۳). کاربرد قبل از برداشت به‌عنوان یک جایگزین مناسب برای مقابله با مشکل مذکور در نظر گرفته شده است. با این حال، در مورد کاربرد قبل از برداشت پلی آمین در گونه‌های مختلف درختان میوه اطلاعات کمتری در دسترس است.

پلی آمین‌ها (PA) ترکیبات بیولوژیکی، طبیعی و زیست تخریب پذیر با وزن مولکولی کم با گروه‌های نیتروژن آلیفاتیک هستند که در موجودات زنده و حیوانات و گیاهان بسیار فراگیر هستند. متداول‌ترین

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب استادیار، دانشجوی دکتری و دانشجوی سابق کارشناس ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان
(*- نویسنده مسئول: Email: ehteshamnia.ab@lu.ac.ir)
DOI: 10.22067/jhs.2021.61904.0

پلی‌آمین‌ها پوترسین[1]، اسپرمیدین[2] و اسپرمین[3] می‌باشد. آنها برای رشد و تمایز سلول ضروری هستند و غلظت داخل سلولی آنها در دوره تکثیر سریع سلول افزایش می‌یابد، اگرچه نقش دقیق آنها در این فرآیندهای سلولی عمدتاً ناشناخته است (۳۴) اما، برای رشد و نمو گیاه و میوه و همچنین در واکنش‌های تنش بسیار مهم هستند (۳۳). آنها به‌عنوان عوامل ضد پیری شناخته می‌شوند چرا که با سرکوب تولید اتیلن، سرعت نرم شدن و پیری میوه را کاهش می‌دهند (۱۶). این مکانیسم با رقابت بین پلی آمین و اتیلن برای پیش ساز مشترک S-adenosyl metionion (SAM) در ارتباط است (۲۶). ادعا شده است که استفاده از پلی آمین‌ها با کاهش فعالیت‌های آنزیمی ACC synthase (ACS) و ACC oxidase (ACO) باعث کاهش سنتز اتیلن در طیف گسترده‌ای از گیاهان می‌شود (۵ و ۱۳). پلی‌آمین‌ها یک گروه جدید از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی هستند و پژوهش‌ها نشان داده‌اند که کاربرد خارجی پلی‌آمین‌ها بر ویژگی‌های مختلف کیفی میوه مانند سفتی بافت، میزان کاهش وزن، تولید اتیلن، مقدار مواد جامد محلول و اسید قابل تیتراسیون تاثیرگذار هستند (۹). تحقیقات نشان داده است که کاربرد خارجی این ترکیبات باعث حفظ سفتی و خصوصیات تغذیه‌ای میوه در طول دوره انبارداری می‌گردد (۲۶). نرم شدن بافت میوه هلو در طی دوره انبارداری با کاهش در میزان درونی پلی‌آمین‌ها و افزایش در بیوسنتز اتیلن مرتبط دانسته شده است (۱۸). گزارش شده است ارقامی از گلابی ژاپنی که عمر انباری طولانی‌تری دارند، میزان پلی‌آمین‌های درونی و میزان تولید اتیلن در آنها وجود دارد (۲۴). محلول‌پاشی پوترسین و اسپرمیدین روی شلیل باعث کاهش میزان تولید اتیلن، تاخیر در نرم شدن بافت، حفظ میزان اسید قابل تیتراسیون و ممانعت از افزایش در غلظت مواد جامد محلول کل آب میوه گردید (۳۱). میوه‌های انار تیمار شده با پوترسین یا اسپرمیدین که متعاقبا در دمای ۲ درجه سانتی گراد به مدت ۶۰ روز انبار شدند، دارای مقادیری بیش‌تری ویتامین ث، ترکیبات فنولیکی و آنتوسیانین کل در آریل‌های خود نسبت به میوه‌های تیمار نشده بودند (۲۳). در مطالعه‌ای میردهقان و همکاران (۲۳)، به بررسی کاربرد قبل از برداشت پلی آمین‌ها در افزایش آنتی اکسیدان‌ها و کیفیت انگور در دوره پس از برداشت پرداختند. نتایج این بررسی نشان داد که نرم شدن و کاهش وزن در طی دوره انباری افزایش یافته اما میزان این تغییرات در میوه‌های تیمار شده با پوترسین، اسپرمیدین به میزان قابل توجهی به تأخیر افتاد. خان و همکاران (۱۳) نشان دادند که کاربرد قبل از برداشت پوترسین باعث سرکوب بیوسنتز اتیلن، تاخیر در نرم شدن میوه آلو رقم "Angelino" در طی ذخیره سازی شد.

نقش پوشش‌های خوراکی برای افزایش عمر پس از برداشت میوه‌ها در سال‌های اخیر مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته است. به طور کلی، پوشش‌های خوراکی از پلی ساکاریدها، لیپیدها، پروتئین‌ها یا ترکیبات مختلفی تشکیل شده‌اند (۱۴). ژل آلوئه ورا یکی از این پوشش‌هایی است که در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. ژل آلوئه‌ورا عمدتا از پلی ساکاریدها و همچنین مواد معدنی، قندها، ویتامین‌ها، عوامل ضد میکروبی و آنتی اکسیدان‌هایی مانند ترکیبات فنلی تشکیل شده است (۳۰). پوشش ژل آلوئه‌ورا در انگورهای تازه‌خوری (۳۵)، شلیل (۲۷)، پرتقال (۲۷) و توت فرنگی (۳۰) باعث کاهش میزان تنفس، کاهش رطوبت، نرم شدن، کاهش پوسیدگی میکروبی و سایر خصوصیات کیفیت را حفظ کرده و می‌تواند ماندگاری میوه را افزایش دهد. با توجه با نتایج پژوهش‌های مذکور در ارتباط با نقش مثبت پلی‌آمین‌ها و پوشش خوراکی ژل آلوئه‌ورا در حفظ و بهبود ویژگی‌های میوه‌های مختلف در طی انبارداری، پژوهش حاضر به‌منظور بررسی اثر تیمارهای قبل از برداشت پوترسین در غلظت‌های مختلف و تیمار پس از برداشت ژل آلوئه‌ورا بر حفظ و بهبود خصوصیات کمی و کیفی میوه انگور رقم 'یاقوتی' انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش بر روی درختان بالغ ۱۲ ساله انگور رقم 'یاقوتی' در دو آزمایش مستقل در باغ داربستی منطقه آبستان از توابع شهرستان خرم‌آباد و آزمایشگاه پس از برداشت گروه علوم باغبانی دانشگاه لرستان در سال ۱۳۹۷ انجام شد. در این مطالعه، پوتریسین به صورت محلول‌پاشی در مرحله قبل از برداشت و ژل آلوئه ورا به صورت غوطه وری میوه در ژل، در مرحله پس از برداشت در هفت تیمار (جدول ۱) اعمال گردید. میوه‌ها پس از اعمال تیمار در یخچال با دمای ۴ درجه قرار گرفته و در مراحل زمانی مختلف (جدول ۳) از نظر ویژگی‌های کمی و کیفی مورد بررسی قرار گرفتند.

محلول‌پاشی قبل از برداشت پوتریسین

۱۸ درخت انگور یکسان از نظر اندازه و بار میوه، با ۵۰ تا ۷۰ شاخه یکساله به‌صورت ۱۲-۶ جوانه‌ای انتخاب شدند. سپس خوشه های انگور به طور مستقیم با ۴ لیتر در هر تاک، از طریق دستگاه سم‌پاش دستی با غلظت‌های مختلف پوترسین (صفر (آب مقطر)، ۲ و ۳ میلی‌مولار) در مراحل مختلف رشد (تشکیل میوه[4]، ۳۵ و ۵۰ روز بعد از آن) محلول‌پاشی شدند. در تمام محلول‌پاشی‌ها ۲ میلی‌لیتر توئین ۸۰ درصد به‌عنوان ماده سطحی فعال اضافه خواهد شد (جدول ۱).

1- Putrescine
2- Spermidine
3- Spermine

4- Fruit set

غوطه‌وری پس از برداشت در ژل آلوئه ورا

میوه‌های انگور پس از برداشت بلافاصله به آزمایشگاه منتقل و به مدت ۱۰ تا ۲۰ ثانیه در غلظت‌های مختلف ژل آلوئـه‌ورا (صـفر، ۲۵ و ۳۳ درصد) غوطه‌ور و سپس در مجاورت هوا خشک شدند. در نهایـت، میوه‌های انگور با وزن حدود ۳۶۰-۳۰۰ گرم در هر واحد آزمایشی بـه مدت ۳۶ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (جدول ۱).

جدول ۱- ترکیب‌های تیماری قبل و بعد از برداشت میوه انگور رقم 'یاقوتی'با پوتریسین (PUT) و ژل آلوئه ورا (AVG)
Table 1- Pre- and post-harvest PUT and AVG application on fruits of table grape cv. 'Yaghouti'

1	Control	Use distilled water pre and postharvest استفاده از آب مقطر قبل و بعد از برداشت
2	PUT* 2mM	Pre-harvest spraying of 2mM putrescine with tween 80 محلوپاشی قبل از برداشت پوترسین ۲ میلی‌مولار به همراه توئین ۸۰
3	PUT 3mM	Pre-harvest spraying of 3mM putrescine with tween 80 محلوپاشی قبل از برداشت پوترسین ۳ میلی‌مولار به همراه توئین ۸۰
4	PUT 2mM+AVG* 25%	Pre-harvest spraying of 2mM putrescine with tween 80, immersion in *Aloe vera* gel 25% in the post-harvest stage محلول‌پاشی قبل از برداشت پوترسین ۲ میلی‌مولار به همراه توئین ۸۰، غوطه‌وری پس از برداشت در ژل آلوئه ورا ۲۵٪
5	PUT 3mM+AVG 25%	Pre-harvest spraying of 3mM putrescine with tween 80, immersion in *Aloe vera* gel 25% in the post-harvest stage محلول‌پاشی قبل از برداشت پوترسین ۳ میلی‌مولار به همراه توئین ۸۰، غوطه‌وری پس از برداشت در ژل آلوئه ورا ۲۵٪
6	PUT 2mM+AVG 33%	Pre-harvest spraying of 2mM putrescine with tween 80, immersion in *Aloe vera* gel 33% in the post-harvest stage محلول‌پاشی قبل از برداشت پوترسین ۲ میلی‌مولار به همراه توئین ۸۰، غوطه‌وری پس از برداشت در ژل آلوئه ورا ۳۳٪
7	PUT 3mM+AVG 33%	Pre-harvest spraying of 3mM putrescine with tween 80, immersion in *Aloe vera* gel 33% in the post-harvest stage محلول‌پاشی قبل از برداشت پوترسین ۳ میلی‌مولار به همراه توئین ۸۰، غوطه‌وری پس از برداشت در ژل آلوئه ورا ۳۳٪

*پوترسین= Putrescine و ژل آلوئه ورا = *Aloe vera* gel

آماده‌سازی ژل آلوئه ورا

برگ‌های تازه آلوئه‌ورا بلافاصله پـس از برداشـت، بـا آب مقطـر استریل شستشو داده شدند. نوک، انتها و لبه برگ‌ها بریده و سپس با استفاده از یک چاقوی دستی قسمت میانی بـرگ بـه‌صـورت طـولی برش داده شد و پوست و برگ‌ها از گوشت وسـط بـرگ (فیلـه) کـه حاوی ژل می‌باشد جدا شد. فیله‌هـا پـس از جداسـازی توسـط یـک مخلوط‌کن به مدت ۵ دقیقه به خوبی خرد و مخلوط شـدند. مخلـوط حاصل پس از عبور از صافی پارچه‌ای، بـا هـدف تولیـد ژل خـالص، جمع‌آوری گردید. ژل خالص در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مـدت ۵ دقیقه پاستوریزه شد (۳۰).

مواد جامد محلول (TSS)

ابتدا میوه‌ها آبگیری و آب‌میوه به‌دست آمده در اندازه‌گیری‌هـای مواد جامد محلول، پی اچ و اسیدیته قابل تیتراسـیون مـورد اسـتفاده قرار گرفت. مواد جامد محلول با استفاده از دستگاه رفراکتومتر دستی ATAGO (مدل ان یک، ژاپن) در دمای اتاق تعیین گردید و مقـدار آن بر حسب درصد بریکس بیـان شـد. میـزان پـی اچ آب میـوه بـا استفاده از دستگاه پی‌اچ سنج (مدل، ۳۲۲۰، جنوبی) اندازه‌گیری شـد. در هر نوبت اندازه‌گیری ابتدا دستگاه با بافرهای ۴ و ۷ کالیبره خواهد شد. سپس الکترود دستگاه داخل آب میوه قرار خواهد و پس از ثابت شدن عدد نمایش داده شده، میزان پی‌اچ ثبت شد.

اندازه‌گیری اسیدهای قابل تیتراسیون (TA)

میزان اسید کل میوه با استفاده از روش تیتراسیون انـدازه‌گیـری شد. برای این منظور، میزان ۲ میلی‌لیتـر آب میـوه بـا آب مقطـر بـه حجم ۲۰ میلی‌لیتر رسانده شد و پس از همگن شـدن، بـا سـود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به پی‌اچ نهایی ۰/۱±۸/۱ تیتـر شـد. اسـیدیته قابـل تیتراسیون با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید و مقدار عددی آن بر حسب اسید غالب (اسید تارتاریک) بیان شد.

$$TA\ (g/100ml) = \frac{V \times N \times (meq.wt.) \times 100}{V \times 1000}$$

V: حجم سود مصرفی برای تیتراسیون بر حسب میلـی‌لیتـر، N: نرمالیته سود مصرفی (۰/۱ نرمال)، meq. Wt: میلی اکی‌والان اسـید تارتاریک (۷۵/۰۵)، v: حجم نمونه آب میوه بر حسب میلی‌لیتر

اندازه‌گیری اسید آسکوربیک

اندازه‌گیری اسیدآسکوربیک با روش یـدومتریک انجـام گردیـد.

برای محاسبه مقدار آسکوربیک اسید در عصاره میوه از معادله زیر استفاده گردید:

$$A=\frac{S\times N\times F\times 88.1\times 100}{10}$$

A= مقدار اسیدآسکوربیک در عصاره میوه (میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر)، S= مقدار محلول ید مصرف شده (میلی‌لیتر)، N= نرمالیته محلول مصرف شده، F= فاکتور محلول ید مصرف شده

اندازه‌گیری محتوای کل آنتوسیانین (TCA)

محتوای آنتوسیانین کل با استفاده از روش اختلاف پی‌اچ (۱۵) اندازه‌گیری شد. جذب عصاره‌ها در طول موج‌های ۵۲۰ و ۷۰۰ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر (Mapada ،UV1100) بعد از ۳۰ دقیقه نگهداری در تاریکی بیان شد. نتایج بر اساس سیانیدین ۳ گلوگوزاید در میلی گرم در لیتر وزن تر گزارش گردید.

اندازه‌گیری محتوای کل فنل (TPC)

سنجش میزان فنل کل موجود در حبه‌ها طی مراحل مختلف انبارداری براساس روش سینگلتون و همکاران (۲۹) با اندکی تغییر انجام شد. ۰/۵ گرم نمونه با ۳ میلی‌لیتر متانول ۸۵ درصد حاوی ۲ میلی‌مولار سدیم فلوراید داخل هاون کوبیده شد. عصاره به‌دست آمده با ۵۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۵ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شد. سپس ۳۰۰ میکرولیتر از عصاره الکلی در لوله‌های آزمایش جداگانه ریخته شد و به آن ۱۵۰۰ میکرولیتر معرف فولین اضافه گردید. پس از ۱۰ دقیقه به آن ۱۲۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم ۷ درصد اضافه و پس از ۹۰ دقیقه قرار گرفتن روی دستگاه شیکر با سرعت ۹۰ دور در دقیقه در دمای اتاق و در شرایط تاریکی، جذب نوری نمونه در طول موج ۷۶۵ نانومتر با دستگاه طیف‌سنج (Mapada ،UV1100) تعیین گردید و با استفاده از منحنی استاندارد اسید گالیک، مقدار فنل کل بر اساس میلی‌گرم اسید گالیک در گرم وزن تازه پوست بیان شد.

سفتی بافت میوه

سفتی بافت میوه با استفاده از دستگاه سفتی‌سنج (Lutron FG5020, Taiwan) و با یکبار نفوذ میله نفوذکننده با قطر ۳ میلی‌متر در نیمه استوایی هر حبه انجام شد. جهت انجام این آزمون برای هر تکرار ۵ حبه مورد بررسی قرار گرفت. سفتی بافت میوه بر اساس بیشینه نیروی لازم برای نفوذ میله در گوشت حبه و بر حسب کیلوگرم نیرو (.Kgf) بیان گردید.

ماندگاری میوه (تعداد روز)

ماندگاری میوه از تاریخ برداشت تا تاریخ انقضا ماندگاری محاسبه شده است. ماندگاری میوه‌ها با ثبت تعداد روزهایی که میوه‌ها در زمان نگهداری بدون فاسد شدن در شرایط مناسبی قرار داشتند، تعیین شد. زمانی که ۵۰ درصد از میوه‌ها از بین رفت، پایان عمر تیمار محاسبه گردید (۳۲).

تجزیه آماری داده‌ها

آزمایش به‌صورت فاکتوریل دو عامله، در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. فاکتور اول، اثر تیمارهای مورد بررسی در هفت سطح (جدول ۱) و فاکتور دوم، زمان انبارداری در پنج سطح شامل صفر، ۹، ۱۸، ۲۷ و ۳۶ روز پس از انباری بود. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد و داده‌ها به صورت میانگین خطاهای استاندارد ارائه شده و اختلاف معنی‌داری بین تیمارها برای هر صفت با حداقل اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال $\alpha = 0.05$ مشخص شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تاثیر نوع تیمار و مدت زمان انبارمانی بر تمام صفات مورد بررسی معنی‌دار (سطح احتمال ۱ درصد) بوده است اما اثر متقابل در صفات سفتی بافت میوه و پی‌اچ معنی‌دار نبود (جدول ۲).

مواد جامد محلول کل[۱] (TSS)

اصلی‌ترین تغییرات طعم در حین ذخیره‌سازی، شیرینی جزئی و از بین رفتن اسیدیته است که می تواند باعث طعم میوه‌ها شود. مواد جامد محلول انگور عمدتاً از گلوکز و فروکتوز تشکیل شده و اسیدهای غالب آن اسید تارتاریک و مالیک هستند (۲۳). کاربرد قبل از برداشت پوترسین روند رسیدن میوه انگور را به تأخیر انداخت. در زمان انبارداری، افزایش TSS و کاهش TA آب انگور مشاهده شد. تأخیر در رسیدن یکی از تأثیرات خواص پوترسین است و در بسیاری از میوه‌ها مانند انگور (۲۳)، شلیل، آلو ژاپنی (۱۲) و انبه (۲۰) گزارش شده است. مقایسه میانگین‌ها نشان دادند که تیمارهای ترکیبی پوترسین و ژل آلوئه‌ورا تاثیر معنی‌داری بر میزان مواد جامد محلول کل میوه انگور در سطح احتمال یک درصد در هر پنج دوره اندازه-گیری داشتند (جدول ۳). کاربرد پوترسین ۲ میلی‌مولار نسبت به پوترسین ۳ میلی‌مولار باعث افزایش بیشتری در مواد جامد محلول گردید، همچنین ترکیب پوترسین ۲ میلی‌مولار با ژل آلوئه‌ورا باعث مواد جامد محلول بیشتری نسبت به سایر تیمارها بجز شاهد شد. بیش‌ترین مقدار مواد جامد محلول کل از پوشش ترکیبی پوترسین ۲ میلی‌مولار با آلوئه‌ورا ۲۵ و ۳۳ درصد در ۳۶ روز بعد از انبارداری نسبت به تیمارهای شاهد به‌دست آمد.

1- Total soluble solid

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر کاربرد قبل از برداشت پوترسین و پس از برداشت ژل آلوئه‌ورا بر خصوصیات میوه انگور رقم 'یاقوتی'

Table 2- ANOVA for the effect of putrescine pre-harvest and *Aloe vera* gel postharvest application on fruit traits of table grape cv. 'Yaghouti'

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean square مواد جامد محلول TSS	اسیدیته قابل تیتراسیون TA	پی‌اچ pH	شاخص رسیدگی SSC/TA	سفتی Firmness	محتوی آنتوسانین Anthocyanins content	ویتامین ث Vitamin C	محتوی فنول کل Total phenolic content
تیمار Treatmant	6	144.055**	0.1111**	0.3069**	280.99**	0.1212**	529.238**	65.978**	252.876**
زمان انباری Storage time	4	310.854**	0.04131**	0.1629**	3486.3**	0.02535**	216.835**	111.310**	879.783**
تیمار× زمان انباری Treatmant × Storage time	24	8.477**	0.00127*	0.0272ns	10.23**	0.0056ns	30.88**	7.017**	70.760**
خطا Error	70	0.214	0.000040	0.00033	1.57	0.00024	3.007	0.001	0.685
ضریب تغییرات CV (%)	-	3.33	1.15	0.345	3.56	2.36	5.36	8.32	7.65

ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار، ** و * به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

nsNon-Significant, ** and * and significant at 0.01 and 0.05 of probability levels, respectively.

همچنین کم‌ترین مقدار هم مربوط به تیمار شاهد و پوترسین ۳ میلی‌مولار و ژل‌آلوئه‌ورا ۳۳ درصد (۱۴/۸۳ و ۱۵/۳۲ درصد بریکس) در زمان اول بود که در جدول ۲ قابل مشاهده است. تیماره میوه‌ها با پلی‌آمین روند تغییرات میزان مواد جامد محلول آب‌میوه را کند می‌کند که می‌تواند به‌دلیل ایجاد تاخیر در تولید اتیلن و رسیدن میوه باشد. نتایج این آزمایش با گزارش‌های سایر محققان در بررسی میوه انگور منطبق بود (۲۳).

اسیدیته قابل تیتراسیون[1] (TA)

TSS و TA تحت تأثیر محلول‌پاشی برگی قبل از برداشت پوترسین قرار گرفتند. مقایسه میانگین نشان داد که اثرات متقابل تیمارهای پوترسین و ژل آلوئه‌ورا تاثیر مثبتی بر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون میوه انگور در هر چهار دوره اندازه‌گیری داشتند (جدول ۳). بیش‌ترین مقدار اسید کل از پوشش ترکیبی پوترسین ۲ و ۳ میلی مولار و آلوئه‌ورا ۳۳ درصد در زمان اول انبارداری مشاهد شد. در این صفت به‌ترتیب تیمارهای شاهد و پوترسین ۲ و ۳ میلی‌مولار در پایان انبارداری کم‌ترین مقدار را داشت. اسیدهای آلی در طی انبارداری به دلیل مصرف آن‌ها در جریان تنفس کم می‌شوند و روند نزولی دارند (۳). کاهش اسید کل به علت تغییرات بیوشیمیایی ترکیبات آلی میوه در طی فرآیند تنفس بسیار محتمل است (۷). پس هر تیماری که باعث کندی متابولیسم و پیری محصول شود می‌تواند سرعت تغییرات اسیدیته قابل تیتراسیون را در طول انبارداری کاهش دهد (۱۰). نتایج حاصل از این آزمایش با نتایج به‌دست آمده توسط درخشانی (۶) مطابقت داشت.

pH

بر اساس مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۳) کم‌ترین میزان pH از تیمار ترکیبی پوترسین ۲ میلی‌مولار و ژل آلوئه‌ورا ۲۵ و ۳۳ درصد (به ترتیب ۳/۲۰ و ۳/۲۱) در روز ۹ انبارمانی حاصل شد و بیشترین مقدار pH (۳/۶۱) از تیمار شاهد در پایان انبارداری به‌دست آمد که می‌تواند به دلیل اثرات محافظت کننده تیمار در برابر آسیب‌های غشای سلولی و در نتیجه جلوگیری از افزایش pH باشد. pH عصاره آب‌میوه‌ها در طول انبارداری افزایش یافت که این افزایش به‌واسطه شکسته شدن و تجزیه اسیدهای آلی در فرآیند تنفس است (۸). اگرچه روند تغییرات پی‌اچ در تمام تیمارهای قبل از برداشت و بعد از برداشت بسیار کند مشاهده شد. چنین نتیجه‌ای در زردآلو و توت فرنگی (۱)، میوه هلو

1- Titrable acidity

رقم ردتاپ (۶) و انار (۸) گزارش شده است که با نتایج این بررسی منطبق بود. میزان pH، به چگونگی فعالیت‌های بیوشیمیایی، نوع بافت، نوع اسیدهای آلی و رقم میوه بستگی دارد و افزایش pH به دلیل فعالیت‌های بیوشیمیایی داخل میوه است که باعث شده‌اند مواد اسیدی موجود در میوه به فرآورده‌های قندی تبدیل شوند (۱۹).

جدول ۳- اثر تیمارهای ترکیبی قبل و پس از برداشت پوترسین و پوشش ژل آلوئه‌ورا بر ویژگی‌های بیوشیمیایی میوه انگور رقم 'یاقوتی' طی دوره انبارداری

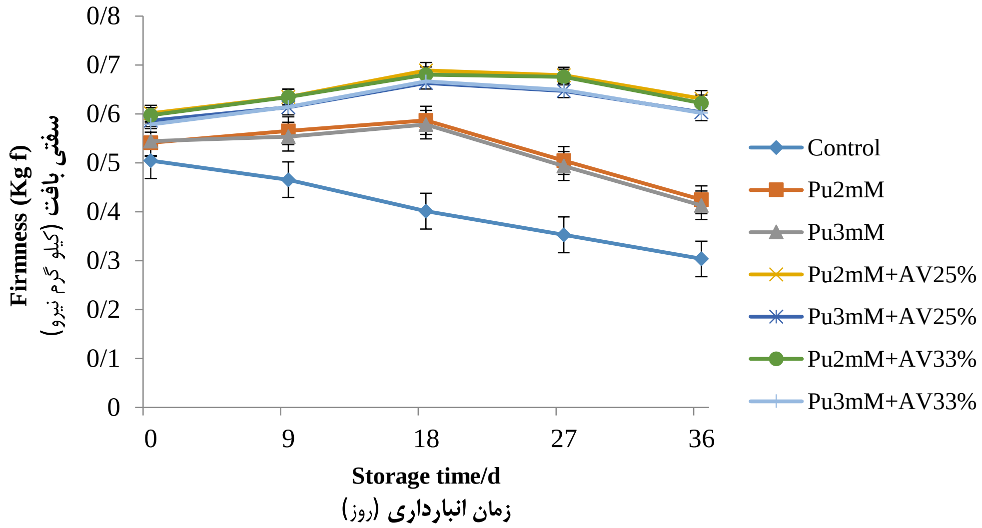
Table 3- The effect of PUT (Putrescine) pre-harvest combined with postharvest AVG (*Aloe vera* L.) gel coating on the biochemical characteristics of table grape cv. 'Yaghouti' fruits during storage

تیمار Treatment	تعداد روز بعد از انبارداری Days after storage (DAS)				
	0	**9**	**18**	**27**	**36**
TSS (°Brix)					
Control	14.83±0.55^{d}	18.30±0.13^{a}	20.95±0.73^{a}	23.03±0.47^{a}	24.20±1.053^{a}
PUT 2mM	17.16±0.35^{a}	18.37±0.59^{a}	19.16±0.95^{b}	18.23±0.88^{b}	20.31±1.102^{b}
PUT 3mM	16.26±0.80^{ac}	16.85±0.53^{bc}	17.76±0.30^{c}	16.66±0.85^{c}	17.99±1.187^{cd}
PUT 2mM+AVG 25%	16.90±0.48^{ab}	17.75±0.57^{ab}	18.02±0.61^{bc}	17.90±0.48^{b}	19.64±0.397^{b}
PUT 3mM+AVG 25%	16.09±0.102^{bc}	16.78±0.99^{bc}	17.72±0.73^{c}	16.17±0.76^{c}	17.22±0.58^{d}
PUT 2mM+AVG 33%	16.56±0.47^{ab}	17.43±0.69^{ab}	17.94±0.67^{bc}	18.01±0.59^{b}	19.00±0.105^{bc}
PUT 3mM+AVG 33%	15.32±0.76^{cd}	16.26±0.98^{c}	17.57±1.066^{c}	16.44±0.38^{c}	17.13±0.502^{d}
PH					
Control	3.23±0.01^{b}	3.26±0.0100^{ab}	3.30±0.015^{a}	3.51±0.005^{a}	3.61±0.010^{a}
PUT 2mM	3.26±0.008^{a}	3.279±0.005^{a}	3.29±0.011^{a}	3.27±0.011^{b}	3.31±0.020^{b}
PUT 3mM	3.25±0.008^{ab}	3.272±0.010^{ab}	3.28±0.005^{ab}	3.25±0.005bc	3.30±0.010^{b}
PUT 2mM+AVG 25%	3.20±0.007e	3.21±0.010^{d}	3.23±0.010^{d}	3.22±0.015^{d}	3.24±0.010^{c}
PUT 3mM+AVG 25%	3.24±0.003^{b}	3.26±0.005^{ab}	3.28±0.005^{ab}	3.27±0.010^{b}	3.31±0.010^{b}
PUT 2mM+AVG 33%	3.21±0.012^{e}	3.22±0.025^{c}	3.24±0.015^{cd}	3.23±0.015^{cd}	3.26±0.017^{c}
PUT 3mM+AVG 33%	3.23±0.003^{cd}	3.25±0.010^{b}	3.26±0.0152^{bc}	3.24±0.015^{c}	3.29±0.015^{b}
TA (tartaric acid /100 gfw)					
Control	0.62±1.029^{f}	0.59±0.0078^{f}	0.51±0.010f	0.45±0.017^{e}	0.42±0.002^{f}
PUT 2mM	0.65±0.86^{e}	0.63±0.003^{e}	0.60±0.0016e	0.63±0.0058^{d}	0.61±0.005^{e}
PUT 3mM	0.67±1.25^{d}	0.66±0.0075^{d}	0.62±0.0097^{d}	0.65±0.011^{c}	0.63±0.012^{d}
PUT 2mM+AVG 25%	0.71±0.60^{b}	0.70±0.006^{b}	0.68±0.008^{a}	0.70±0.007^{b}	0.68±0.0057^{b}
PUT 3mM+AVG 25%	0.69±0.21^{c}	0.68±0.0076^{c}	0.64±0.003^{c}	0.66±0.009^{c}	0.65±0.009^{c}
PUT 2mM+AVG 33%	0.74±0.745^{a}	0.73±0.012^{a}	0.67±0.007^{b}	0.69±0.004^{b}	0.68±0.008^{b}
PUT 3mM+AVG 33%	0.74±0.93^{a}	0.72±0.0063^{a}	0.68±0.011^{ab}	0.74±0.006^{a}	0.72±0.007^{a}
TSS/TA					
Control	23.90±0.0057^{b}	28.79±0.49^{a}	36.72±1.006^{a}	44.80±1.170^{a}	54.55±1.52^{a}
PUT 2mM	26.22±0.0057^{a}	28.80±0.93^{a}	31.85±1.49^{b}	28.84±1.17^{b}	32.94±1.48^{b}
PUT 3mM	23.95±0.0057^{b}	25.65±0.87^{b}	28.52±0.465^{c}	25.50±0.94^{c}	28.34±1.46^{c}
PUT 2mM+AVG 25%	23.57±0.010^{bc}	25.10±0.57^{bc}	26.15±0.765^{de}	25.36±0.66^{c}	28.58±0.75^{c}
PUT 3mM+AVG 25%	23.01±0.0057^{bc}	24.57±1.510^{bc}	27.34±1.11^{cd}	24.40±0.81^{c}	26.42±0.67^{d}
PUT 2mM+AVG 33%	22.25±0.0251^{c}	23.75±1.057^{c}	26.54±1.087^{de}	25.77±0.80^{c}	27.72±0.27^{cd}
PUT 3mM+AVG 33%	20.50±0.005^{d}	22.30±1.213^{d}	25.63±1.182^{e}	22.16±0.45^{d}	23.78±0.91^{e}

سفتی بافت میوه

کاربرد قبل از برداشت پوترسین ۲ و ۳ میلی‌مولار سبب حفظ بیشتر سفتی بافت میوه در طول دوره نگهداری نسبت به میوه‌های شاهد گردید. همچنین کاربرد پس از برداشت ژل آلوئه‌ورا ۲۵ و ۳۳ درصد با پوترسین ۲ میلی‌مولار در ۳۶ روز نگهداری، باعث شد که سفتی بافت میوه‌های تیمارشده به ترتیب به ۰/۶۳۱۱ و ۰/۶۲۲۳کیلوگرم نیرو (Kgf) افزایش یابد ولی در میوه‌های شاهد سفتی بافت ۰/۳۰۳۵ مشاهده شد (شکل ۱). برهمکنش اثر تیمار تیمارهای ترکیبی پوترسین و ژل آلوئه‌ورا و زمان نگهداری نشان داد که با افزایش زمان نگهداری، سفتی بافت میوه به نحو قابل ملاحظه ای کاهش یافت اما در میوه‌های تیمار شده با پوترسین و ژل آلوئه‌ورا در تمام روزهای انبارداری نسبت به شاهد بالاتر بود. حفظ یا افزایش سفتی بافت تحت تاثیر پلی‌آمین‌ها در بسیاری از میوه‌ها گزارش شده است. پلی‌آمین‌ها در pH فیزیولوژیک سلول ماهیت پلی کاتیونی داشته و با ایجاد پیوند متقاطع با گروه کربوکسیل (COO^{-}) ترکیبات پکتینی دیواره سلولی موجبات ثبات و پایداری دیواره سلول را فراهم

می‌کنند (۴). به‌طور مشابه، خان و همکاران (۱۳) برای میوه آلو و مالیک و سینگ (۲۰) در انبه و میردهقانی و همکاران (۲۳) در انگور گزارش کردند که کاربرد تیمارهای قبل از برداشت باعث افزایش سفتی بافت میوه می‌شود.



شکل ۱- تاثیر پوترسین (قبل از برداشت) و پوشش ژل آلوئه‌ورا (پس از برداشت) بر سفتی بافت میوه انگور رقم 'یاقوتی'

Figure 1- The Effects of Putrescine (PUT) pre-harvest application combined with postharvest AVG (*Aloe vera* L.) gel coating on fruit firmness of table grape cv. 'Yaghouti'

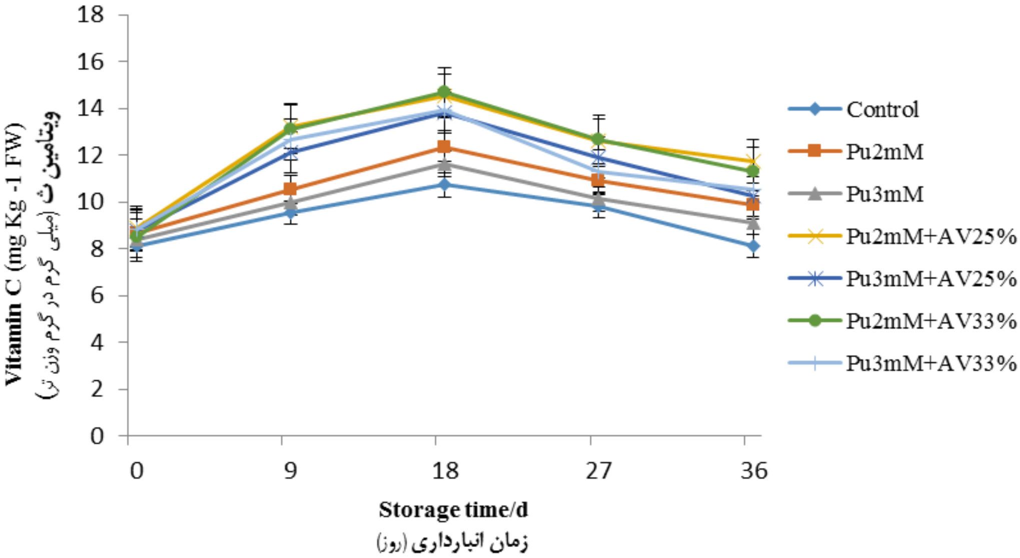
(LSD, 0.01 and 0.05 of probability levels)

ویتامین ث

بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها اثرات متقابل تیمارهای ترکیبی پوترسین با آلوئه‌ورا تاثیر مثبتی بر میزان ویتامین ث میوه انگور در هر پنج زمان اندازه‌گیری داشتند (شکل ۲). بیش‌ترین مقادیر ویتامین ث مربوط به پوشش ترکیبی پوترسین ۲ میلی‌مولار و آلوئه‌ورا ۲۵ و ۳۳ درصد در ۱۸ روز بعد از ذخیره‌سازی بود و کم‌ترین مقادیر ویتامین ث نیز در میوه‌های تیمار نشده (شاهد) در پایان انبارداری مشاهده شد. به نظر می‌رسد تاثیر تیمارهای پلی‌آمین به توان آن‌ها در حفظ شرایط اسیدی و میزان اسید کل عصاره میوه و نیز توانایی رقابت آن‌ها با اتیلن و ایجاد تاخیر در فرآیند رسیدن مرتبط باشد (۲). به نظر می‌رسد، تاثیر مثبت ژل آلوئه‌ورا بر حفظ ویتامین ث، ناشی از ایجاد اتمسفر تغییر یافته در اطراف محصول باشد که این پدیده سبب کاهش سرعت تنفس میوه شده و به دنبال آن اسیدهای آلی برای مدت طولانی‌تری حفظ می‌شوند (۴). نتایج حاصل از این آزمایش با نتایج آزمایش عصار و همکاران (۲) و ذاکری و همکاران (۳۷) مطابقت داشت.

محتوای فنل کل

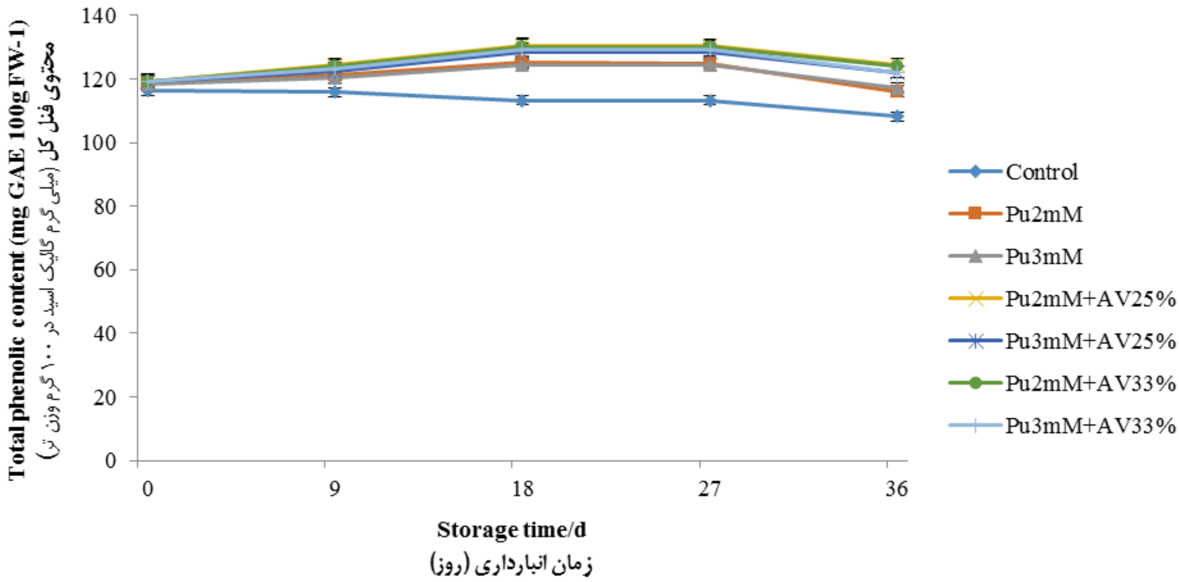
مقایسه میانگین‌های داده‌ها، نشان داد که پوشش ترکیبی پوترسین با آلوئه‌ورا تاثیر مثبتی بر میزان فنل کل میوه هلو در هر چهار دوره اندازه‌گیری داشتند (شکل ۳). بر این اساس بیش‌ترین میزان فنول کل از پوشش ترکیبی پوترسین ۲ میلی‌مولار و آلوئه‌ورا ۲۵ و ۳۰ درصد (۱۳۰/۳۳ و ۱۲۹/۲ میلی‌گرم وزن تر) در ۱۸ روز بعد از انبارداری به‌دست آمد و همچنین کم‌ترین مقدار فنل از ترکیب‌های تیمار شاهد (۱۰۸/۲۶ میلی‌گرم وزن تر) حاصل شد (شکل ۳). مقادیر فنل در طول زمان دارای روند افزایشی بود و در زمان‌های ۲۷ و ۳۶ از انبارداری کاهش یافت. میزان فنل میوه‌ها و سبزی‌ها پس از برداشت می‌تواند کاهش یا افزایش یابد که این امر بستگی زیادی به شرایط انبارداری دارد (۱۱). نگه‌داری میوه‌های بالغ در سردخانه به‌طور معنی داری باعث افزایش فنل‌ها می‌گردد و این مسئله می‌تواند به‌واسطه تغییرات در متابولیسم فنلی در طی انبارداری و همچنین افزایش فعالیت فنیل‌آلانین آمونیالیاز باشد (۱۷). آزمایشی که روی سیب انجام گرفت، نشان داد که میزان فنل کل پس از پایان دوره نگهداری طولانی در انبار افزایش یافته است (۱۷). نتایج این تحقیق با نتایج تحقیق درخشان و همکاران (۶) مطابقت داشت.



شکل ۲- تاثیر پوترسین (قبل از برداشت) و پوشش ژل آلوئه‌ورا (پس از برداشت) بر میزان ویتامین ث میوه انگور رقم 'یاقوتی'

Figure 2- The effects of Putrescine (PUT) pre-harvest application combined with postharvest AVG (*Aloe vera* L.) gel coating on vitamin C content of table grape cv. 'Yaghouti'fruit

(LSD, 0.01 and 0.05 of probability levels)



شکل ۳- تاثیر پوترسین (قبل از برداشت) و پوشش ژل آلوئه‌ورا (پس از برداشت) بر محتوای کل فنل میوه انگور رقم 'یاقوتی'

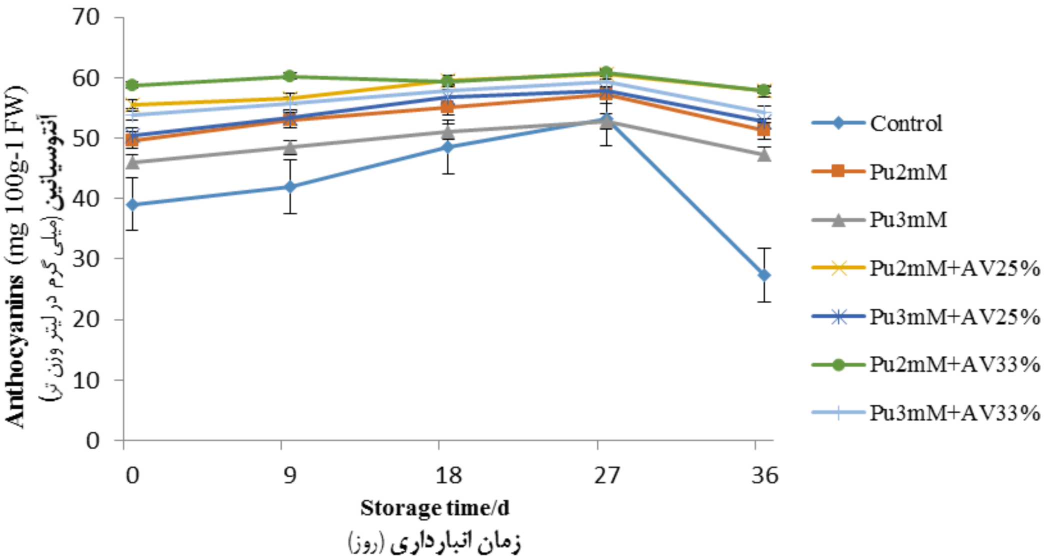
Figure 3- The effects of Putrescine (PUT) pre-harvest application combined with postharvest AVG (*Aloe vera* L.) gel coating on the total phenolic content of table grape cv. 'Yaghouti'fruit

(LSD, 0.01 and 0.05 of probability levels)

محتوای کل آنتوسیانین

نتایج ارزیابی آنتوسیانین‌ها در دوره انبارداری در تیمارهای مختلف نشان داد تیمار پوششی پوترسین با ژل آلوئه‌ورا با دوره انبارداری در سطح احتمال ۱ درصد بر میزان آنتوسیانین کل معنی‌دار شد. تغییرات آنتوسیانین در شکل ۴ نشان داده شده است. در طی انبارداری، سطح این رنگدانه‌ها تا ۹ روز بعد از ذخیره‌سازی افزایش یافت و در پایان آزمایش کاهش یافت ولی روند تغییرات کاهشی در شاهد نسبت به تیمارهای ترکیبی قابل توجه بود. بیشترین میزان آنتوسیانین کل در

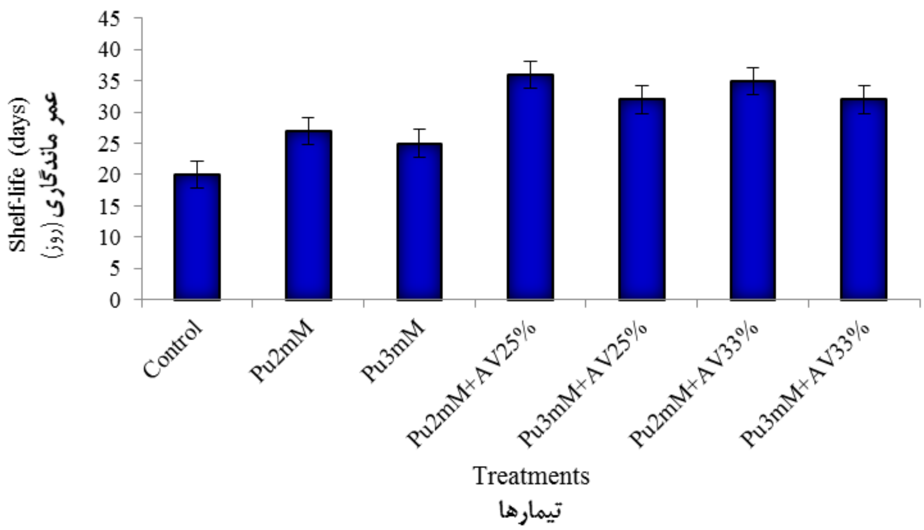
تیمار پوترسین ۲ میلی‌مولار و ژل‌آلوئه ورا ۲۵ و ۳۳ درصد مشاهده گردید. خان و سینگ (۱۲) نتیجه‌گیری کردند که کاربرد قبل از برداشت پوترسین ۲ میلی‌مولار در سه رقم آلوی ژاپنی باعث کاهش تنفس، تولید اتیلن و نرم شدن میوه و همچنین تاخیر در رسیدن گردید. بنابراین احتمالا غلظت بالای آنتوسیانین در انواع حبه‌های تیمار شده با پوترسین در انتهای انبارداری به تاثیر آن در رسیدن و تاخیر در پیری انگور مربوط می‌باشد. نتایج روند تغییرات آنتوسیانین با مطالعه میردهقان و همکاران (۲۳) در انگور مطابقت داشت.



شکل ٤- تاثیر پوترسین (قبل از برداشت) و پوشش ژل آلوئه‌ورا (پس از برداشت) بر محتوای کل آنتوسیانین میوه انگور رقم 'یاقوتی'

Figure 4- The effect of Putrescine (PUT) pre-harvest application combined with postharvest AVG (*Aloe vera* L.) gel coating on the total anthocyanin content of table grape cv. 'Yaghouti' fruit

(LSD, 0.01 and 0.05 of probability levels)



شکل ٥- تاثیر پوترسین (قبل از برداشت) و پوشش ژل آلوئه‌ورا (پس از برداشت) بر ماندگاری میوه انگور رقم 'یاقوتی'

Figure 5- The effects of Putrescine (PUT) pre-harvest application combined with postharvest AVG (*Aloe vera* L.) gel coating on shelf life of table grape cv. 'Yaghouti' fruit

(LSD, 0.01 and 0.05 of probability levels)

ماندگاری میوه

ماندگاری میوه‌های انگور تحت تأثیر تیمار پوششی قرار گرفت (شکل ۵). حداقل عمر مفید مربوط به میوه‌های شاهد (۲۰ روز) بود در حالی‌که بیشترین ماندگاری (۳۶ روز) در میوه‌های تیمار شده با پوترسین ۲ میلی‌مولار و پوشش ژل آلوئه‌ورا ۲۵ درصد ثبت شد. با این حال، تفاوت معنی‌داری بین پوترسین ۳ میلی‌مولار از نظر این صفت وجود نداشت (شکل ۵). این نتیجه با مطالعات قبلی در مورد انبه (۳۲) و انار (۲۱) که ماندگاری بیشتر میوه‌های تیمار شده با پوشش میوه نسبت به شاهد را طی دوره انباری گزارش نمودند، مطابقت داشت.

همبستگی بین صفات مورد اندازه‌گیری

نتایج حاصل از همبستگی بین صفات نشان داد که میزان کل آنتوسیانین در سطح یک درصد با محتوای فنل کل، ویتامین ث اسیدیته قابل تیتراسیون و در سطح ۵ درصد با شاخص طعم و پی‌اچ دارای رابطه منفی و معنی‌دار است. ویتامین ث در سطح ۱ درصد با سفتی بافت میوه، محتوای آنتوسیانین کل و محتوای فنل کل رابطه مثبت معنی‌دار داشت. مواد جامد محلول در سطح یک درصد دارای رابطه منفی و معنی‌دار با اسید قابل تیتراسیون و در سطح ۱ درصد با میزان شاخص طعم (۰/۹۳) و پی‌اچ (۰/۷۹) دارای رابطه مثبت و معنی‌دار می باشد (جدول ۴).

جدول ۳- همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده در میوه انگور رقم 'یاقوتی'

Table 3- Correlation between the fruit traits of table grape cv. 'Yaghouti'

تیمار **Treatment**	سفتی **Firmness**	آنتوسیانین **Anthocyanins**	فنل کل **Total phenolic**	مواد جامد محلول **TSS**	اسیدیته **TA**	شاخص رسیدگی **TSS/TA**	پی‌اچ **pH**	ویتامین ث **Vitamin C**
Firmness	1							
Anthocyanins	0.76**	1						
Total phenolic	**0.87****	0.79**	1					
TSS	-0.59**	-0.31*	-0.40*	1				
TA	0.81**	0.65**	0.61**	-0.79**	1			
SSC/TA	-0.75**	-0.54*	-0.57**	**0.93****	**-0.93****	1		
PH	-0.71**	-0.59**	-0.56**	0.79**	**-0.85****	**0.91****	1	
Vitamin C	0.65**	0.65**	0.80**	0.005ns	0.27ns	-0.19ns	-0.27ns	1

ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار، ** و * به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

nsNon-Significant, ** and * and significant at 0.01 and 0.05 of probability levels, respectively.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی تیمار ترکیبی پوترسین ۲ میلی‌مولار و پوشش آلوئه‌ورا ۲۵ و ۳۳ درصد سبب بهبود صفات سفتی بافت میوه، ویتامین ث، محتوای کل آنتوسیانین، ویتامین ث، مواد جامد محلول و اسیدیته میوه انگور در مقایسه با دیگر تیمارها و شاهد گردید. استفاده از این تیمار توانست عمر پس از برداشت این رقم را در مقایسه با شاهد ۱۶ روز بهبود بخشد. از این رو کاربرد قبل از برداشت پلی آمین پوتریسین و کاربرد پس از برداشت پوشش‌های خوراکی آلوئه ورا می‌تواند به‌عنوان یک راهبرد ایمن و کم هزینه جهت افزایش عمر پس از برداشت انگور رقم 'یاقوتی' قابل توصیه باشد.

سپاسگزاری

میوه های مورد نیاز جهت انجام این پژوهش از باغ تجاری انگور در منطقه آبستان شهرستان خرم آباد متعلق به آقای عالیخانی تامین شده است که بدین وسیله سپاسگزاری می گردد.

منابع

1- Asghari A., Zakaei M., and Khosroshahi M.R. 2008. Polyamines and horticultural sciences, Publications University Press, Hamadan, 55 pages. (In Persian with English abstract)
2- Assar P., Rahemi M., and Taghipour L .2012. Effect of postharvest treatments of spermidine and putrescine on postharvest quality of 'Hayward' kiwifruit. Iranian Journal of Horticultural Science 51(3): 331-336. (In Persian with English abstract)

3- Babalar M., Asgarpour A., and Ali Asgari M. 2014. Effect of pre-harvest and post-harvesting of salicylic acid and Putrescine on some qualitative factors of apple fruit Granny Smith cultivar, Iranian Journal of Horticultural Science 28(4): 479-486 (In Persian with English abstract).
4- Choi S., and Chung M. 2003. A Review on the Relationship between *Aloe vera* Component and Their biologic effects, Seminars in Integrative Medicine 1: 53-62.
5- De Dios P., Matllla A.J., and Gallardo M. 2006. Flower fertilization and fruit development prompt changes in free polyamines and ethylene in damson plum (*Prunus insititia* L.). Journal of Plant Physiology 163(1): 86-97.
6- Derakhshan N., Shokouhiana A.A., and Fathi Achachlouei B. 2018. Effect of Putrescine and *Aloe vera* gel on biochemical indices of peach fruit var. red top during storage life, Iranian Food Science and Technology Research Journal 15(1): 170-159. (In Persian with English abstract)
7- Ding CK., Chachin Y., Hamauzu YU., and Imahori Y. 1998. Effects of storage temperatures on physiology and quality of loquat fruit, Postharvest Biology and Technology 14: 309-315
8- Fawole O.A., Atukuri J., Arendse E., and Opara U.O. 2020. Postharvest physiological responses of pomegranate fruit (cv. Wonderful) to exogenous Puttrescine treatment and effects on physico-chemical and phytochemical properties. Food Science and Human Wellness 4507–4514.
9- González-Aguilar G.A., Gayosso L., Cruz R., Fortiz J., Báez R., and Wang C.Y. 2000. Polyamines induced by hot water treatments reduce chilling injury and decay in pepper fruit. Postharvest Biology and Technology 18: 19-26.
10- Jalili Marandi R. 2004. Post-harvest Physiology, Jihad Publications of Orumieh University, 273 pages. (In Persian with English abstract)
11- Kalt W. 2005. Effects of production and processing factors on major fruit and vegetable antioxidants, Food Science and Nutrition 70: 11-19.
12- Khan A.S., and Singh Z. 2010. Pre-harvest application of Puttrescine influences Japanese plum fruit ripening and quality. Food Science and Technology International 16: 53–64.
13- Khan A.S., Singh Z., and Abbasi N.A. 2007. Pre-storage Puttrescine application suppresses ethylene biosynthesis and retards fruit softening during low temperature storage in 'Angelino' plum. - Postharvest Biol. Technol 46(1): 36-46.
14- Khorram F., Ramezanian A., and Hosseini S.M.H. 2017. Effect of different edible coatings on postharvest quality of 'Kinnow' mandarin. Journal of Food Measurement and Characterization 11: 1827–1833.
15- Kim D., Jeong S.W., and Lee C.Y. 2003. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. Food Chemistry 81: 321–326
16- Kramer G.H., Wang, C.Y., and Conway W.S. 1991. Inhibition of softening by polyamine application in Golden delicious and McIntosh apple. Journal of the American Society for Horticultural Science 116(5): 813-817.
17- Leja M., Mareczek A., and Ben J. 2008. Antioxidant properties of two apple cultivars during long-term storage. The Journal of Food Composition and Analysis 21: 396-401.
18- Liu J.H., Nada K., Pang X., Honda C., Kitashiba H., and Moriguchi T. 2006. Role of polyamines in peach fruit development and storage. Tree Physiology 26: 791.798.
19- Maidani J., and Hashemi Dezfuli S.A. 1997. Post-harvest physiology, agricultural education publication.
20- Malik A.U., and Singh Z. 2005. Pre storage application of polyamines improves shelf life and fruit quality of mango. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology 80: 363–369.
21- Meighani H., Ghasemnezhad M., and Bakhshi D. 2015. Effect of different coatings on post-harvest quality and bioactive compounds of pomegranate (*Putnica granatum* L.) fruits. Journal of Food Science and Technology 52(7): 4507–4514.
22- Meng X., Li B., Liu J., and Tian S. 2008. Physiological responses and quality attributes of table grape fruit to chitosan preharvest spray and postharvest coating during storage. Food Chemistry 106: 501–508.
23- Mirdehghan S.H., and Rahimi S. 2016. Pre-harvest application of polyamines enhances antioxidants and table grape (*Vitis vinifera* L.) quality during postharvest period. Food Chemistry 196: 1040–1047.
24- Mora O.F., Tanabe K., Itai A., Tamura F., and Itamura H. 2005. Relationship between endogenous free polyamine content and ethylene evolution during fruit growth and ripening of Japanese pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai), Journal of the Japanese Society for Horticultural Science 74: 221.227.
25- Navarro D., Diaz-Mula H.M., Guillen F., Zapata P.J., Castillo S., Serrano M., Valero D., Martinez and Romero D. 2011. Reduction of nectarine decay caused by RhizoPuts stolonifer, Botrytis cinerea and Penicillium digitatum with *Aloe vera* gel alone or with the addition of thymol. International Journal of Food Microbiology 151: 241–246.
26- Pandey S., Ranade, S.A., Nagar P.K., and Kumar N. 2000. Role of polyamines and ethylene as modulators of plant senescence, Journal of Biosciences 25(3): 291-299.
27- Rasouli M., Koushesh Saba M., and Ramezanian A. 2019. Inhibitory effect of salicylic acid and *Aloe vera* gel edible coating on microbial load and chilling injury of orange fruit. Scientia Horticulturae 247: 27–34.
28- Sandhu A.K., Gray D.J., Lu J., and Gu L. 2011. Effects of exogenous abscisic acid on antioxidant capacities, anthocyanins, and flavonol contents of muscadine grape (*Vitis rotundifolia*) skins. Food Chemistry 126: 982–988.
29- Singleton V.L., Orthofer R., and Lamuela-Raventós R.M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation

substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. Methods in Enzymology 152–178.
30- Sogvar O.B., Koushesh Saba M., and Emamifar A. 2016. *Aloe vera* and ascorbic acid coatings maintain postharvest quality and reduce microbial load of strawberry fruit. Postharvest Biology and Technology 114: 29–35.
31- Taduri M., Reddy N.N., Lakshmi J., and Josh V. 2017. Effect of pre harvest treatments on shelf life and quality of mango CV. Amrapali. The Pharma Innovation Journal.6(7): 54–59
32- Torrigiani P., Bregoli A.M., Ziosi V., Scaramagli S., Ciriaci T., Rasori A., Biondi S., and Costa G. 2004. Pre-harvest polyamine and aminoethoxyvinylglycine (AVG) applications modulate fruit ripening in Stark Red Gold nectarines (*Prunus persica* L. Batsch). Postharvest Biology and Technology 33: 293-308.
33- Valero D., and Serrano M. 2010. Postharvest biology and technology for preserving fruit quality. CRC Press, pp. 288.
34- Valverde J.M., Valero D., Martinez-Romero D., Guillen F., Castillo S., and Serrano M. 2005. Novel edible coating based on Aloe vera gel to maintain table grape quality and safety. Journal of Agricultural and Food Chemistry 53: 7807–7813.
35- Vieira J.M., Flores-Lopez M.L., de Rodriguez D.J., Sousa M.C., Vicente A.A., and Martins J.T. 2016. Effect of chitosan-*Aloe vera* coating on postharvest quality of blueberry (*Vaccinium corymbosum*) fruit. Postharvest Biology and Technology 116: 88–97.
36- Zakeri M., Reyazi A., and Anori S. 2015. Putrescine effect on quantitative and qualitative characteristics and apple shelf life of local Bashagard cultivar, International Conference in Agriculture, Environment and Tourism, Tabriz.

Journal of Horticultural Science
Vol. 35, No.1, Spring 2021, P. 103-116
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰، ص. ۱۱۶-۱۰۳
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Effect of Pre-harvest Application of Putrescine and Post Harvesting *Aloe vera* Gel on the Quality and Shelf Life of Table Grape (*Vitis vinifera* cv. 'Yaghouti')

A. Ehtesham Nia[1]*- Sh. Taghipour[2]- S. Siahmansour[3]
Received: 25-08-2020
Accepted: 22-01-2021

Introduction: Table grapes (*Vitis vinifera* L.) is one of the most important fruits that is widely grown in the world and is the export fruit of many countries. Although edible grapes are classified as non-climacteric fruits, they are very prone to spoilage due to their softening, weight loss, and decay caused by fungi, as a result which consequently leads to low storability. Different strategies have been postulated to maintain firmness and control decay of table grapes during storage and improve functional properties of fruit such as pre and postharvest chitosan coatin, and exogenous abscisic acid application. Table grapes have a short shelf life due to the thin pericarp and fleshy texture of the fruit. Polyamines (PAs) application also showed a significant role in extending the storage periods of several fruit species with maintenance of fruit quality. Postharvest treatments are not necessarily the best way of maintaining fruit quality during postharvest period. Such treatments are expensive, increase the risk of fruit damage through extra handling and also encourage grower to pay less attention to on-tree quality. Pre-harvest application considered as a good alternative to cope with mentioned problem. To the best of our knowledge, there is not any report in literature about the role of pre-harvest application of Pas and post-harvest table grape in *Aloe vera* gel (AVG) as a possible role in reducing mechanical damage of berries which leads to lower decays. Besides these, damage caused by human handling starts at harvest operation, which still occurs by hand for most fruits.

Materials and Methods: This study was done on 12-year-old mature grape varieties of 'Yaghouti' in two independent experiments in the scaffolding garden of Abestan region of Khorramabad city and laboratory post harvesting of horticultural sciences department of Lorestan University in 2019. Therefore, this study investigated the effect of foliar application before harvesting of putrescine (PUT) in three different concentrations (0, 2.0 and 3.0 mM) and immersion post-harvest fruit in AVG (25.0 and 33.0%) on grape fruit quality and shelf life of table grape (*Vitis vinifera* cv. 'Yaghouti') in five times (0, 9, 18, 27 and 36 day) during storage at 4° C. The study was based on a factorial experiment with two pre-harvest spraying factors with PUT and post-harvest immersion in aloe vera gel (AVG) with three replications .The parameters of soluble solids (TSS), titratable acids (TA), ascorbic acid, total anthocyanin content (TCA), total phenol content (TPC), fruit firmness, shelf life of table grape (per day) were measured.

Results and Discussion: Fruits treated with both PUT concentrations showed greater firmness, vitamin C, total anthocyanin and phenol content, TSS, and during storage retained their shelf life longer than the control. At all five measurements, the highest levels of phenol and total anthocyanin content and firmness were related to the treatment of PUT 2.0 mM with coating of 25% and 33% AVG and the lowest was related to control. Also, pre-harvest use of PUT significantly prevented the softening of the fruit during storage and kept the firmness fruit. Softening contributes to quality loss in reducing the shelf life, but PAs treatment resulted in maintenance of flesh firmness during cold storage. Therefore, Put- and Spd-treated grape have higher firmness at harvest leading to much lower mechanical injury during harvest and handling process and providing better transportability. The purple skin color of table grape was related to the presence of anthocyanin compounds, from which the anthocyanin malvidin–3-glucoside has been found as major component. Although, total anthocyanins were reduced in control and treated fruits during cold storage, but pre-harvest foliar spraying of Put delayed total anthocyanins concentration after 36 days of storage and decreased the loss of these compounds at the end of experiment. PAs have been described as anti-senescence agents and a great number of researches have been focused on the role of exogenous PAs on fruit ripening. Also it has been reported that the ripening process

1, 2 and 3- Assistant Professor, Ph.D. and Gratuated M.Sc Students of Horticultural Science Departtment, Lorestan University, respectively.
(*- Corresponding Author Email: ehteshamnia.ab@lu.ac.ir)
DOI: 10.22067/jhs.2021.61904.0

and senescence of table grapes is correlated with the anthocyanin concentration and profile. However, the data on pre-harvest application of polyamine on different fruit species are scant. Khan et al., (2007) showed that pre storage application of Put would retard fruit softening in 'Angelino' plum during cold storage by suppressing ethylene biosynthesis. In mango, Malik and Singh (2005) reported that pre-harvest application of PAs improved fruit shelf life, increased ascorbic acid content and retarded fruit skin color changes compared to control

Conclusion: Pre-harvest foliar application of Put on grapevines maintained higher firmness at harvest and postharvest periods and also improved the fruit quality in terms of phenolics, ascorbic acid, anthocyanin and also controlling weight loss during cold storage. Overall, the results showed that pre-harvest use of 2.0 mM PUT and post-harvest immersion in 25.0% and 33.0% AVG improved the shelf life of the cultivar by 16 days compared to control.

.

Keywords: Immersion, Natural coating, Post-harvest quality, Total anthocyanin